

Компактная АЛС на основе системы ETCS

Компания Siemens Schweiz разработала систему локомотивной сигнализации ZSI 127, рассчитанную на региональные железные дороги и построенную на основе компонентов и технологий европейской системы управления движением поездов ETCS. Функции АЛС адаптированы к потребностям железных дорог, специализирующихся на местных перевозках и не нуждающихся в эксплуатационной совместимости. Это позволило реализовать дополнительные функции, например блокирование отправления или контроль за режимами работы. Применение ETCS в качестве исходной платформы гарантирует железнодорожному оператору максимальную защиту инвестиций в локомотивную сигнализацию.

Европейская система управления движением поездов ETCS разрабатывалась для использования в международных сообщениях на магистральных железных дорогах. ETCS, для которой созданы детальные спецификации, обладает эксплуатационной совместимостью и функциональной гибкостью, отвечая современным потребностям железных дорог. В настоящее время на рынке предлагаются серийные компоненты, изготавливаемые сравнительно большими партиями и опробованные на практике.

При выборе оптимальной по стоимости системы локомотивной сигнализации для региональных железных дорог или второстепенных линий целесообразно применять существующие компоненты и технологии ETCS. Поскольку при таких условиях эксплуатации нет

необходимости в индикации сигнальных показаний на пульте машиниста, требования к АЛС могут быть снижены. В частности:

- достаточен менее высокий уровень безопасности, поскольку АЛС не является основной системой сигнализации, а лишь резервирует машиниста;
- не нужна сигнализация в кабине машиниста, а потому не требуется большой дисплей в качестве пользовательского интерфейса;
- для измерения пройденного пути достаточно импульсного колесного датчика (радар не требуется);
- прибор регистрации параметров поездки не требуется вводить в состав системы (может быть установлен в виде дополнительной опции);
- может быть использован унифицированный интерфейс с электрическими цепями локомотива;

- упрощается проектирование информационных телеграмм ETCS.

Еще в 1999 г. на основе этих требований была разработана система АЛС ZSI 27, которая уже четыре года используется в Испании на метрополитене Валенсии.

Летом 2000 г. три частные железные дороги Швейцарии объявили конкурс на поставку новой АЛС для линий метровой колеи. В условиях конкурса содержалось требование реализовать некоторые дополнительные функции, в том числе:

- поддержка разных режимов работы подвижного состава (колесо — рельс и зубчатого привода) с соответствующим контролем переключения между режимами;
- блокировка отправления поезда после его оборота за счет применения индуктивного шлейфа Euroloop;
- обеспечение безопасности движения на участках нормальной колеи (с укладкой пары дополнительных рельсов), оборудованных системой ETCS уровня 1.

После анализа рынка компания Siemens Schweiz приняла решение разработать систему ZSI 127, построенную на основе компонентов и технологий ETCS и способную удовлетворить требования региональных железных дорог и второстепенных линий.

Описание системы ZSI 127

ZSI 127 — это компактная система АЛС, которую можно интегрировать в существующую систему сигнализации (рис. 1). Система рас-

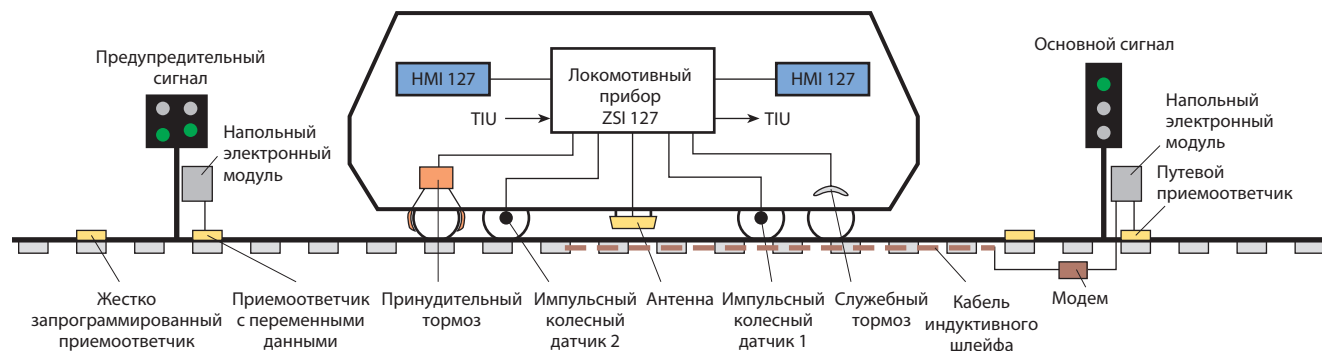


Рис. 1. Система ZSI 127:

TIU — унифицированный интерфейс с электрическими цепями локомотива; HMI 127 — прибор управления и индикации на пульте машиниста

Таблица 1

Различия между системами ZSI 127 и ETCS уровня 1

Функция	ZSI 127	ETCS уровня 1
Сигнализация в кабине машиниста	Нет	Да
Уровень безопасности	SIL 2	SIL 4
Измерение пройденного пути	Два импульсных колесных датчика	Импульсный колесный датчик и радар
Точность вычисления заданной скорости	1 км/ч	5 км/ч
Предотвращение отправления поезда	В том числе после оборота поезда (после инициализации бортового устройства)	Только в режиме полного контроля
Переключение режима работы привода	Да	Нет

считана на скорость движения поездов до 160 км/ч и соответствует уровню безопасности SIL 2 по стандарту EN 50129. Контроль за движением поезда осуществляется при сохранении приоритета светофорной сигнализации, т. е. машинист по-прежнему руководствуется показаниями напольных сигналов. В кабине машиниста устанавливается прибор управления и индикации НМ1 127, отображающий текущий режим работы и заданную скорость движения.

Передача данных между напольными и поездным устройством осуществляется так же, как в системе ETCS уровня 1. Возможна точечная передача через путевой приемопередатчик Eurobalise или квазинепрерывная через индуктивный шлейф Euroloop. Данные для системы ZSI 127 передаются в специализированной части телеграммы ETCS (в пакете 44), благодаря чему локомотив, оборудованный этим устройством, может обращаться также на линиях с аппаратурой ETCS уровня 1. В будущем систему можно расширить до уровня ETCS с минимальными изменениями в аппаратном и программном обеспечении.

Как и ETCS, систему ZSI 127 отличает сквозной контроль за движением поезда. Фактическая скорость непрерывно сравнивается с динамически вычисляемой заданной скоростью, и при ее превышении сначала выдается аку-

стический сигнал, затем включает-ся служебное торможение и, наконец, экстренное торможение.

Отличие от ETCS в ZSI 127 информация о скорости передается с точностью до 1 км/ч (в ETCS — 5 км/ч). Такая точность необходима при движении на участках с зубчатым приводом, кроме того, она позволяет точнее вычислять тормозной путь.

Функции системы

В системе ZSI 127 реализованы, в частности, следующие базовые функции:

- автоматический контроль за соответствием фактической скорости значениям кривой заданной скорости при торможении;
- контроль за поддержанием ограниченной скорости при проследовании мест, требующих снижения скорости (например, мест работы путевых бригад, стрелочных переводов или переездов);
- предотвращение отправления поезда при закрытом сигнале или включение экстренного торможения при проезде закрытого сигнала;
- контроль за действиями машиниста по управлению поездом;
- движение с минимальной скоростью к месту препятствия при сбое в измерении пройденного пути;
- отмена кривой торможения (вручную путем нажатия на специальную кнопку или автоматически

после получения информационной телеграммы от путевого приемопередатчика или из путевого индуктивного шлейфа);

- контроль за максимально допустимым расстоянием отката локомотива;
- контроль за выполнением положений инструкций при начале маневров и контроль скорости при их выполнении;
- запись информации (о действиях машиниста, обмене информационными телеграммами и т. п.) во внутренний регистратор событий.

Наряду с привычными для современных АЛС функциями особого упоминания заслуживают функции предотвращения отправления поезда после его оборота или выполнения маневров и переключения режима работы с использованием зубчатого привода.

Предотвращение отправления поезда после его оборота или выполнения маневров. На региональных или второстепенных линиях поезда занимают зачастую всю длину станционных путей, и потенциально опасные места (стрелки, переезды) находятся сразу за сигналами отправления. Поэтому приходится использовать короткие охранные отрезки за сигналами. Для предотвращения проезда закрытого сигнала возникает необходимость непрерывной передачи информации на поезд по путевому индуктивному шлейфу Euroloop.

Чтобы предотвратить несанкционированное отправление после оборота поезда или выполнения маневров, бортовые устройства АЛС собирают и сохраняют в памяти все информационные телеграммы, поступающие из индуктивного шлейфа и касающиеся как собственного направления движения, так и противоположного. Непосредственно после оборота поезда бортовое устройство в рабочей кабине управления подгружает из памяти эти данные, что позволяет поддерживать функцию возможного предотвращения отправления поезда. В системе ETCS уровня 1 для решения

этой задачи должен быть полностью активизирован режим контроля, и поезд должен проследовать путевые приемопередатчики, сигнализирующие о начале индуктивного шлейфа.

Переключение режима работы. На железных дорогах, где для преодоления крутых подъемов должен включаться зубчатый привод, система обеспечивает корректное переключение между режимом «колесо — рельс» и режимом использования зубчатого привода. В зависимости от типа подвижного состава зубчатый привод должен включаться (или выключаться) как вне, так и в пределах участка с зубчатым рельсом. Кроме того, контролируется ограничение скорости на участке приближения к зубчатому рельсу.

Основные различия между системами ZSI 127 и ETCS уровня 1 приведены в табл. 1.

Напольное оборудование

В состав напольного оборудования входят стандартные устройства компании Siemens, поставляемые для системы ETCS уровня 1. В их числе модульные напольный электронный блок LEU S21 M, приемопередатчики Eurobalise S21 и индуктивные шлейфы Euroloop S21.

Модуль LEU S21 M содержит 16 вводов для считывания наличия тока в светофорных лампах. Два цифровых вывода могут быть сконфигурированы для управления приемопередатчиками или индуктивными шлейфами. Модуль может быть размещен в аппаратном шкафу ря-

дом со светофором или на посту централизации. Длина кабеля между модулем и приемопередатчиком или индуктивным шлейфом может составлять до 2,5 км.

Жестко запрограммированные приемопередатчики или приемопередатчики, передающие переменные данные, устанавливаются на пути парами (рис. 2). На железных дорогах с зубчатым приводом их приходится смещать относительно оси пути. Для обеспечения надежной передачи данных бортовую антенну также смещают. На участках нормальной колеи смещение приемопередатчиков осуществляется в пределах допусков, установленных для системы ETCS. Надежная передача данных при этом обеспечивается за счет того, что на участках, где уложены две пары рельсов



Рис. 2. Путевые приемопередатчики системы ZSI 127 на участке Интерлакен-Восточный — Цвайлүчинен железной дороги Berner Oberland-Bahnen (BOB) (фото: obs/Berner Oberland-Bahnen)

для нормальной и метровой колеи, максимально допустимая скорость не превышает 80 км/ч. Логические взаимосвязи между информационными телеграммами, передаваемыми отдельными приемопередатчиками, позволяют распознавать отсутствующие или неисправные приемопередатчики.

Для предотвращения отправления при красном огне светофора в условиях коротких охранных отрезков за сигналами применяется индуктивный шлейф Euroloop S21. Через шлейф на поезд может передаваться сигнал экстренной остановки. Применение шлейфов способствует также более полному использованию пропускной способности линии, поскольку информация о смене сигнального показания на более разрешающее поступает на поезд немедленно, а не в месте расположения следующего приемопередатчика. Индуктивный шлейф включает в себя модем, соединительный кабель, излучающий кабель длиной до 800 м и кабельное подключение. Модем размещают в аппаратном шкафу рядом с электронным модулем LEU. Излучающий



Рис. 3. Компьютер SIMIS TTC



Рис. 4. Пульт управления машиниста с прибором управления и индикации НМІ 127 (справа сверху)

кабель может быть размещен на внешней или внутренней подошве рельса. Кабельное подключение монтируют на шейке рельса. Соединительный кабель служит для связи модема с излучающим кабелем, а также для обхода препятствий, таких, как стрелочные переводы, изолирующие стыки или переезды. В этот кабель интегрированы дроссели, предотвращающие нежелательное превышение уровня передаваемого сигнала.

Для ввода напольных устройств в эксплуатацию, включая их программирование, предусмотрены простые в использовании программные пакеты.

Бортовое оборудование

В состав бортового оборудования входят:

- локомотивный прибор;
- поездная антенна с антенным кабелем (для приема сигналов от приемопередатчиков и из индуктивного шлейфа);
- один или два прибора управления и индикации НМІ 127;
- два импульсных колесных датчика.

Локомотивный прибор построен на базе компьютера SIMIS TTC, который является новой вычислительной платформой компании Siemens для локомотивной сигнализации. Этот двухканальный компьютер, работающий по принципу «2 из 2», имеет модульное исполнение. В 19-дюймовом компоновочном каркасе размещены модули передачи приемопередатчика и индуктивного шлейфа, измерения скорости, последовательные интерфейсы и платы цифрового ввода и вывода, а также блок электроснабжения. Все разъемы выведены на переднюю панель. Компьютер SIMIS TTC подключен системным кабелем к клеммной колодке электрооборудования локомотива (рис. 3).

Компактная поездная антенна считывает данные с приемопередатчиков и индуктивного шлейфа.

Она может быть смонтирована на колесной паре или кузове локомотива. Для соединения с локомотивным прибором служит коаксиальный кабель.

В подвижном составе для линий метровой колеи кабина машиниста очень тесная, поэтому прибор индикации и управления имеет малые габариты — 48×96 мм. Он разделен на два блока — клавишный и индикации, которые можно монтировать как рядом друг с другом, так и один над другим (рис. 4). В прибор интегрированы все необходимые элементы управления и индикации. Дополнительно вместо внутреннего зуммера может быть подключена сирена. При помощи семисегментного индикатора отображаются поездные данные (например, тормозной коэффициент), информация о скорости, вводимые команды или коды неисправностей. Кроме того, в прибор интегрированы желтый световой сигнализатор нарушений и красный сигнализатор принудительного торможения. Посредством семи клавиш можно вводить следующие данные или команды:

- поездные данные;
- запуск проверки тормозов;
- отмена принудительного торможения;
- ручной сброс кривой контроля скорости при торможении;
- переключение в режим выполнения маневров.

Из соображений безопасности в системе предусмотрены два независимых импульсных колесных датчика. Допускается использование датчиков разных изготовителей. Если на локомотиве для размещения колесного датчика выделена только одна колесная пара, то в качестве второго критерия может использоваться индикатор остановки поезда (в его роли может выступать тахометр), подключаемый к соответствующему цифровому входу.

При помощи ноутбука через последовательный интерфейс мож-

но конфигурировать или диагностировать бортовое оборудование АЛС. При вводе системы в эксплуатацию локомотив следует по участку, на котором размещена группа испытательных приемопередатчиков, по сигналам от которых проверяется правильность монтажа и конфигурирования бортового оборудования.

Проекты внедрения

Прежде на линиях узкой колеи в Швейцарии не было унифицированной системы локомотивной сигнализации. Речь идет, в частности, о железных дорогах Berner Oberland-Bahnen (BOB), Luzern-Stans-Engelberg-Bahn (LSE) и Brünigbahn (последняя принадлежит Федеральным железным дорогам Швейцарии (SBB)), на которых ранее АЛС не использовалась. На всех трех железных дорогах имеются участки с зубчатым рельсом. Анализ рисков показал, что внедрение АЛС должно снизить вероятность возникновения опасных ситуаций в 100 раз. По стандарту EN 50129 этому условию соответствует уровень безопасности SIL 0 в случае, если АЛС будет удовлетворять требованиям в отношении надежности, эксплуатационной готовности, ремонтпригодности и безопасности.

Внедрение АЛС на сети общей протяженностью 123 км было обусловлено следующими причинами:

- вводом в эксплуатацию двухпутных участков;
- ростом интенсивности движения поездов на преимущественно однопутных участках;
- применением средств автоматизации и переводом станций в категорию необслуживаемых;
- отказом от проводников в поездах;
- наличием участков сдвоенной колеи, по которым обращаются поезда нормальной и метровой колеи

Различия между системами ZSI 127 и ETCS уровня 1

Параметр	Железная дорога			
	BOB	LSE	SBB	Всего
Протяженность, км	24	24	Нет	Да
Число станций	9	6	18	33
Число переездов	11	11	4	26
Число мест переключения режимов работы тягового привода	8	2	8	18
Число напольных электронных модулей LEU S21 M	71	59	125	255
Число путевых приемопередатчиков Eurobalise S21	276	188	378	842
Число индуктивных шлейфов Euroloop S21	37	31	22	90
Число бортовых устройств АЛС	24	24	41	89

(поезда нормальной колеи оборудованы системой АЛС).

По результатам открытого конкурса Федеральное ведомство транспорта Швейцарии (BAV) приняло решение в пользу системы ZSI 127 компании Siemens. Совместно с тремя железными дорогами было сформулировано техническое задание, которое легло в основу разработки ZSI 127.

На трех железных дорогах АЛС ZSI 127 оборудуются весь парк регулярно эксплуатируемого подвижного состава, все светофоры, установки переездной сигнализации, места, требующие снижения скорости, а также места, в которых выполняется переключение режима работы тягового привода.

В декабре 2003 г., после проведения испытательных поездок, часть парка подвижного состава и первые участки железной дороги BOB, оборудованные АЛС, ввели в эксплуатацию. Окончательное внедрение АЛС с охватом всего парка поездов и всей сети BOB состоялось в июле 2004 г. Полное оснащение АЛС всех трех железных дорог планировалось завершить в марте 2005 г. Информация о параметрах первых трех проектов приведена в табл. 2.

Перспективы

В будущем в АЛС ZSI 127 наряду с некоторыми небольшими функциональными расширениями предусмотрено реализовать модуль обработки информации от путевых индукторов, что позволит упростить переход от традиционной точечной АЛС к современной системе.

ZSI 127 позволяет воспользоваться важнейшими функциями системы ETCS уровня 1. Компоненты и интерфейсы между напольными и бортовым оборудованием совместимы с ETCS, поэтому поезда с оборудованием ZSI 127 могут обращаться на участках с аппаратурой ETCS уровня 1, на которых сохранены напольные сигналы. Таким образом, система ориентирована прежде всего на региональные железные дороги, которым не требуется сигнализация в кабине машиниста, но при этом они стыкуются с линиями, оснащенными ETCS уровня 1. В дальнейшем железнодорожные операторы могут без больших затрат дооснастить АЛС ZSI 127 до полноценной системы ETCS.

A. Brühwiler, H. Schlunegger. Signal und Draht, 2005, № 3, S. 12–16.

Таблица 2